

**Dinamika Oksigen Terlarut Selama Proses Fitoremediasi Kombinasi
Tumbuhan Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) dan Pakis Lidah Kolam
(*Microsorium pteropus*) di Instalasi Pengolahan Limbah Tinja**

***Dynamics of Dissolved Oxygen During the Phytoremediation Process
Combination of Water spinach (*Ipomoea aquatica*) and Java Fern
(*Microsorium pteropus*) at the Fecal Waste Treatment Plant***

Novita Ramadiyanti^{1 *}, Hamdani Dwi Prasetyo^{2 **}, Husain Latuconsina³

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Indonesia

²Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Indonesia

³Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Indonesia

ABSTRAK

Instalasi Pengolahan Limbah Tinja (IPLT) merupakan instalasi untuk mengelola limbah tinja. Salah satu parameter kualitas air yang dipantau dan dikelola adalah oksigen terlarut yang merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam menunjang kehidupan biota akuatik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika oksigen terlarut selama proses fitoremediasi limbah tinja menggunakan kombinasi tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*). Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2022 hingga Maret 2023, di IPLT Supit Urang Kota Malang. Prosedur dalam penelitian ini meliputi tahap persiapan, tahap aklimatisasi, tahap eksperimen, tahap pengambilan data dan analisis data. Penyajian hasil penelitian secara deskriptif menggunakan grafik. Hasil penelitian menunjukkan terdapat dinamika kadar oksigen terlarut yang teramati, namun nilai oksigen terlarut tersebut menunjukkan proses fitoremediasi oleh kombinasi kedua tumbuhan tersebut berhasil mereduksi polutan tinja, melalui peningkatan kadar oksigen terlarut pada kolam fakultatif 3 di akhir penelitian pada hari ke-28.

Kata Kunci: Fitoremediasi, oksigen terlarut, *Ipomoea aquatica*, *Microsorium pteropus*

ABSTRACT

The Fecal Waste Treatment Plant (IPLT) is an installation for managing fecal waste. One of the parameters of water quality that is monitored and managed is dissolved oxygen which is one of the important chemical parameters in supporting the life of aquatic biota. This study aims to determine the dynamics of dissolved oxygen during the fecal waste phytoremediation process using a combination of water spinach (*Ipomoea aquatica*) and pond tongue java fern (*Microsorium pteropus*). The research was conducted from November 2022 to March 2023, at the Supit Urang IPLT, Malang City. The procedures in this study include the preparation stage, acclimatization stage, experimental stage, data collection stage and data analysis. Presentation of research results descriptively using graphics. The results of the study showed that there were observed dynamics of dissolved oxygen levels, but the dissolved oxygen values indicated that the phytoremediation process by the combination of the two plants succeeded in reducing fecal pollutants, by increasing dissolved oxygen levels in facultative pond 3 at the end of the study on day 28.

Keywords: Dissolved oxygen, phytoremediation, *Ipomoea aquatica*, *Microsorium pteropus*

^{*}) Email Korespondensi: 21901061034@unisma.ac.id

Pendahuluan

Instalasi Pengolahan Limbah Tinja (IPLT) merupakan instalasi untuk mengelola limbah tinja. Pengelolaan akhir limbah tinja adalah dibuang langsung ke badan sungai yang mengalir ke pemukiman warga. Dalam pengolahan limbah tinja, salah satu proses yang diterapkan IPLT adalah menggunakan teknik fitoremediasi menggunakan tumbuhan. Fitoremediasi adalah pembersihan polutan oleh tumbuhan seperti tumbuhan air, rumput-rumputan dan termasuk pohon. Pembersihan polutan ini adalah penghancuran, imobilisasi atau inaktivasi ke dalam bentuk yang tidak berbahaya (Chaney *et al.*, 1995 ; Hidayati, 2005)

Dalam mengetahui hasil fitoremediasi limbah tinja layak untuk dibuang ke lingkungan adalah dengan melakukan pengujian parameter kualitas air. Kualitas air dapat diketahui dengan beberapa parameter salah satunya adalah oksigen terlarut (Effendi, 2003). Oksigen terlarut sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup baik pada proses pertumbuhan dan perkembangbiakan serta dibutuhkan dalam pembakaran dengan organik dan proses aerobik pada tumbuhan anorganik (Salmin, 2005 ; Yuliantari *et al.*, 2021).

Oksigen pada kondisi alamiah merupakan unsur yang bereaksi dengan mudah dengan unsur-unsur tunggal lainnya. Oksigen sangat berguna untuk semua makhluk hidup, oleh karena itu oksigen mudah dijumpai pada berbagai belahan bumi. Pada hewan dan manusia, oksigen sangat penting serta dipergunakan untuk proses respirasi yaitu dengan menghirup oksigen dan mengeluarkan karbondioksida sebagai hasil dari proses respirasi. Mikroorganisme seperti bakteri juga memerlukan oksigen dipergunakan untuk mengurai zat organik. Pada perairan, oksigen bersifat larut dan tingkat kelarutan oksigen memiliki prosentase kelarutan yang berbeda dan dinyatakan dalam tingkat saturasi (Ariadi *et al.*, 2021).

Oksigen terlarut didefinisikan sebagai jumlah miligram gas oksigen yang terlarut dalam air DO (*Dissolved Oxygen*) adalah parameter kimia untuk mengetahui kualitas air dalam suatu perairan. Semakin jumlah DO meningkat maka kualitas air semakin baik, jika kadar oksigen terlarut terlalu rendah maka akan menimbulkan bau yang tidak sedap akibat degradasi anaerobik yang mungkin terjadi (Mufakkir, 2016 ; Madyawan *et al.*, 2020). Oksigen dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (Latuconsina, 2020). Keberadaan oksigen terlarut di estuari dipengaruhi oleh tekanan atmosfer, suhu, salinitas, turbulensi air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Paramitha *et al.*, 2014 ; Madyawan *et al.*, 2020).

Pada penelitian Siahaan (2016), kepadatan kangkung air dapat menghasilkan oksigen sebesar 6,8-7,3 mg/L terhadap kualitas air pada budidaya ikan patin dengan sistem akuaponik. Pada penelitian Effendi *et al.*, (2015), pada fitoremediasi limbah budidaya ikan menggunakan kangkung air konsentrasi oksigen dalam kondisi cukup untuk pertumbuhan tanaman dan ikan. Pada pengolahan air limbah domestik paku air memiliki efisiensi dan prosentase penurunan paling tinggi pada parameter TSS, COD, BOD dan minyak-lemak sedangkan tanaman air lainnya (eceng gondok, kapu-kapu, kangkung air dan paku air) dapat menurunkan kadar parameter tersebut dengan perbedaan yang signifikan pada masing-masing perlakuan (Ryanita *et al.*, 2020). Sehingga penelitian ini penting dilakukan untuk mencoba kedua jenis tanaman ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dinamika oksigen terlarut setelah proses fitoremediasi limbah tinja menggunakan kombinasi tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*).

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah DO meter, jerigen plastik, galon bekas, botol, gelas beaker. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain sampel air limbah tinja dari kolam fakultatif 3, tumbuhan kangkung air, tumbuhan pakis lidah kolam, aquades.

Metode

Tempat pelaksanaan penelitian yaitu di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang, Kel. Mulyorejo, Kec. Sukun, Kota Malang sedangkan pengujian kualitas air bertempat di Laboratorium Terpadu dan Halal Center, Universitas Islam Malang. Waktu penelitian pada bulan November 2022 hingga Maret 2023.

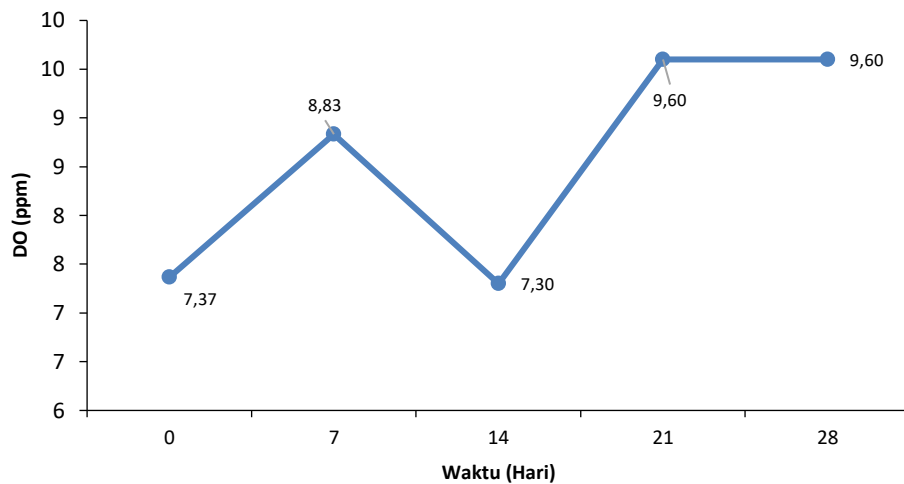
Prosedur dalam penelitian ini meliputi tahap persiapan, tahap aklimatisasi, tahap eksperimen, tahap pengambilan data dan analisis data. Tahap persiapan meliputi pengambilan bahan yang akan digunakan sebagai sampel yaitu tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan tumbuhan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*). Kemudian disiapkan galon, yang digunakan untuk perlakuan tanaman. Tahap aklimatisasi, kedua tumbuhan yang telah diperoleh dilakukan aklimatisasi selama 7 hari dalam bak berisi air.

Tanaman yang telah diaklimatisasi selama 7 hari memasuki tahapan eksperimen. Tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan tanaman pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) dimasukkan ke dalam galon yang berisi 10 L limbah cair tinja sebanyak 5 kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan 5 pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*). Perlakuan kombinasi ini diulang sebanyak 3 kali. Eksperimen ini dilakukan selama 28 hari setelah tanam.

Tahap pengambilan data dilakukan selama 7 hari sekali dengan cara memasukkan sampel air fitoremediasi ke dalam botol dan dilakukan pengujian kualitas air dengan parameter DO di laboratorium. Setelah dilakukan pengambilan data selama 28 hari. Penyajian hasil penelitian dijelaskan secara deskriptif, menggunakan grafik.

Hasil dan Diskusi

Hasil penelitian dinamika nilai oksigen terlarut selama proses fitoremediasi menggunakan tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan tumbuhan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Dinamika nilai rata-rata DO selama pengamatan

Gambar 1 memperlihatkan nilai rata-rata secara keseluruhan yaitu $8,54 \pm 1,15$ ppm. Nilai DO tertinggi yaitu sebesar 9,6 ppm sedangkan nilai DO terendah sebesar 7,3 ppm. Semakin besar nilai oksigen terlarut menunjukkan bahwa kualitas air tersebut semakin bagus (Prahutama, 2013; Sari *et al.*, 2018).

Pada kombinasi tumbuhan *Ipomoea aquatica* dan tumbuhan *Microsorium pteropus* terjadi penurunan dan kenaikan nilai oksigen terlarut. Penurunan nilai DO disebabkan kedua tumbuhan dalam keadaan jenuh sehingga kadar oksigen terjadi penurunan. Tingginya kadar oksigen dalam perairan tidak akan berdampak buruk kepada makhluk hidup. Namun, apabila kadar oksigen terlalu rendah akan mengakibatkan terganggunya sistem respirasi organisme akuatik, organisme akuatik menjadi buruk dan logam berat akan meningkat (Tebbut, 1992; Effendi, 2003). Oksigen terlarut dalam suatu perairan berasal dari difusi oksigen di atmosfer sekitar 35% serta berasal dari fotosintesis tumbuhan air dan fitoplankton. Oksigen terlarut juga dibutuhkan dalam pernapasan dan metabolisme jasad renik dalam air (Latuconsina, 2020).

Peningkatan nilai oksigen terlarut terjadi pada penelitian Salim (2021), pada pengolahan limbah batik *ecoprint* menggunakan kangkung air, yang ditandai dengan menurunnya nilai BOD pada *effluent* serta penurunan nilai BOD sebesar 47 %, hal tersebut berkorelasi negatif antara BOD dengan DO sebab jika nilai BOD menurun maka nilai oksigen terlarut akan meningkat. Pada penelitian (Marsal, 2015), pada perlakuan kangkung air untuk bioremediasi logam berat tembaga nilai oksigen terlarut berkisar antara 4,28-6,38 mg/L, angka tersebut masih dalam keadaan normal dalam suatu perairan.

Penurunan nilai oksigen terlarut juga terjadi pada penelitian Effendi *et al.*, (2015), nilai oksigen terlarut mengalami penurunan, namun pada perlakuan kangkung air sebesar 3,19 m/L dimana masih cukup untuk pertumbuhan lele. Pada pertumbuhan dan biofiltrasi tanaman kangkung air pada air limbah tahu, panjang batang dengan konsentrasi 0% dan 20% tidak ada beda pada 30 HST dan 23 HST. Hal tersebut dikarenakan tingginya nilai COD dan BOD serta berkurangnya nilai oksigen terlarut. Penyebab berkurangnya oksigen terlarut disebabkan oleh adanya jasad renik (Connell & Miller, 1995 ; Montolalu, 2012).

Oksigen yang rendah akan ditandai dengan nilai kekeruhan yang tinggi dalam perairan. Penyebabnya adalah banyaknya aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan zat organik menjadi anorganik menggunakan oksigen terlarut (Wardhana, 2001). Banyaknya bahan buangan organik di dalam perairan menandakan rendahnya kandungan oksigen di dalamnya. Selain dipengaruhi oleh bahan organik yang masuk ke perairan, oksigen terlarut juga dipengaruhi berbagai faktor. Faktor-faktor tersebut diantaranya, kenaikan suhu, respirasi, salinitas (Patty *et al.*, 2015)

Rerata nilai DO yang fluktuatif setiap pengujian kualitas air selama 28 hari. Nilai DO mengalami kenaikan dibandingkan sebelum dilakukan proses fitoremediasi. Hal tersebut menandakan bahwa proses fitoremediasi oleh kombinasi kedua tumbuhan *Ipomoea aquatica* dan *Microsorium pteropus* telah berhasil. Perubahan pada hari ke-14 disebabkan oleh banyaknya bahan organik yang terlarut akibat akar tumbuhan mengalami kerontokan. Dalam penelitian Astuti & Lismining (2018), kadar DO yang rendah disebabkan oleh limbah domestik yang mengandung bahan organik dan padatan tersuspensi, mengakibatkan padatan organik dan anorganik mengendap dan oksigen terlarut menjadi rendah.

Secara harian dan musiman oksigen terlarut berfluktuasi tergantung pada aktivitas fotosintesis, pergerakan massa air, pencampuran, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air (Effendi, 2003). Aktivitas fotosintesis dapat mempengaruhi kadar oksigen bebas dalam suatu perairan dengan adanya pelepasan kadar oksigen pada daerah perakaran (Harberl & Langerngraber 2002 ; Hartanti *et al.*, 2014). Pada proses fotosintesis, karbondioksida direduksi menjadi karbohidrat dan air mengalami dehidrogenasi menjadi oksigen. Pada perairan yang banyak ditumbuhi tanaman dan dangkal banyak terdapat oksigen didalamnya yang berasal dari aktivitas fotosintesis tanaman.

Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat fluktuasi kadar oksigen terlarut selama penelitian yang menunjukkan ada dinamika kadar oksigen terlarut selama proses fitoremediasi dari tumbuhan *Ipomoea aquatica* dan *Microsorium pteropus*. Adapun hasil akhir dari pengamatan pada penelitian ini secara umum menegaskan bahwa kedua jenis tanaman ini efektif dalam meningkatkan kadar oksigen terlarut pada kolam fakultatif dalam pengolahan limbah tinja, sehingga layak untuk dijadikan sebagai agen fitoremediator.

Kesimpulan

Hasil fitoremediasi menggunakan kombinasi tumbuhan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dan pakis lidah kolam (*Microsorium pteropus*) menunjukkan adanya dinamika dari kadar oksigen terlarut yang teramati. Meskipun demikian hasil akhir menunjukkan proses fitoremediasi oleh kombinasi kedua tumbuhan tersebut berhasil mereduksi polutan tinja melalui peningkatan kadar oksigen terlarut pada 28 hari proses fitoremediasi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang Kota Malang selaku tempat penelitian, Hamdani Dwi Prasetyo, S.Si., M.Si. dan Dr. Husain Latuconsina, S. Pi., M. Si. selaku pembimbing tugas akhir, serta teman-teman yang telah membantu selama proses penelitian

Daftar Pustaka

- [1] Ariadi, H., Wafi, A., & Madusari, B. D. (2021). *Dinamika Oksigen Terlarut (Studi Kasus Pada Budidaya Udang)*. Penerbit Adab.
- [2] Astuti, Y. S. D. L. P., & Lismining, P. 2018. Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum Dissolved Oxygen Response Againsts Pollution and The Influence of Fish Resources Existence in Citarum River. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 203.
- [3] Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius.
- [4] Effendi, H., Utomo, B. A., Darmawangsa, G. M., & Karo-Karo, R. E. 2015. Fitoremediasi limbah budidaya ikan lele (*Clarias* sp.) dengan kangkung (*Ipomoea aquatica*) dan pakcoy (*Brassica rapa chinensis*) dalam sistem resirkulasi. *Ecolab*, 9(2), 80-92.

- [5] Hartanti, P. I., Haji, A. T. S., & Wirosoedarmo, R. 2014. Pengaruh kerapatan tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) terhadap penurunan logam chromium pada limbah cair penyamakan kulit. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 1(2), 31-37.
- [6] Hidayati, N. (2005). Fitoremediasi dan potensi tumbuhan hiperakumulator. *Hayati Journal of Biosciences*, 12(1), 35-40.
- [7] Latuconsina, H. 2020. *Ekologi Perairan Tropis*. Edisi Ketiga. UGM Press. Yogyakarta.
- [8] Madyawan, D., Hendrawan, I. G., & Suteja, Y. 2020. Pemodelan Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) di Perairan Teluk Benoa. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 6(2), 270-280.
- [9] Marsal, Y. 2015. *Bioremediasi Logam Berat Tembaga (Cu) Dengan Pemanfaatan Tanaman Air Genjer (Limncharis flava) Kangkung (Ipomoea aquatica) Dan Selada Air (Nasturtium officinale)* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [10] Montolalu, I. R. 2012. Pertumbuhan dan Biofiltrasi Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk) pada Air Limbah Tahu. *JIU (Jurnal Ilmiah Unklab)*, 8-14.
- [11] Patty, S. I., Arfah, H., & Abdul, M. S. (2015). Zat hara (fosfat, nitrat), oksigen terlarut dan pH kaitannya dengan kesuburan di Perairan Jikumerasa, Pulau Buru. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 3(1), 43-50.
- [12] Ryanita, P. K. Y., Arsana, I. N., & Juliasih, N. K. A. 2020. Fitoremediasi Dengan Tanaman Air untuk Mengolah Air Limbah Domestik. *Jurnal Widya Biologi*, 11(2), 76-89.
- [13] Salim, Y. A. 2021. Efektivitas Sistem *Constructed Wetland* sebagai Pengolahan Limbah Batik *Ecoprint* menggunakan Tanaman Kangkung Air. *Jurnal Syntax Fusion*, 1(08), 299-311.
- [14] Sari, E., & Sari, D. Y. 2018. Efektivitas Media Penyaring Dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L.) Dalam Fitoremediasi Air Lindi (*Leachate*). In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi* (pp. 798-803).
- [15] Siahaan, R. (2016). *Pengaruh Kepadatan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea Aquatica) Terhadap Kualitas Air Dan Kelulushidupan Pada Budidaya Ikan Patin (Pangasius Hypophthalmus) Dengan Sistem Akuaponik* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- [16] Wardhana, W.A. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*(Edisirevisi). Penerbit Andi. Yogyakarta.
- [17] Yuliantari, R. V., Novianto, D., Hartono, M. A., & Widodo, T. R. (2021). Pengukuran Kejenuhan Oksigen Terlarut pada Air menggunakan Dissolved Oxygen Sensor. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 18(2), 101-104.